

Comando y Maniobra de Motores

Grupo Instalaciones Eléctricas

IIE-FING-UDELAR

Curso 2012

Temario

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactores

Relé térmico

Temario

Coordinacion

Arrancadores

- Generalidades

- Arranque Directo (D.O.L.)

- Arranque Estrella/Triángulo

- Arranque Autotransformador

- Arranque Suave (Softstart)

- Variador de frecuencia

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactores

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Autotransformador

Arranque Suave (Softstart)

Tipo de motores

Alterna

- ▶ Monofásico
- ▶ Universal
- ▶ Trifásico
 - ▶ Asíncronos
 - ▶ **Inducción** 95 %
 - ▶ Rotor bobinado
 - ▶ Síncronos
 - ▶ Imán permanente
 - ▶ Polos salientes
 - ▶ Polos lisos

Continua

Salida Motor

Los objetivos de una salida a motor son los siguientes:

- ▶ Asegurar la seguridad del personal y los bienes
- ▶ Proteger el motor y sus componentes contra los efectos de fallas, tanto mecánicas como eléctricas
- ▶ Permitir el encendido y apagado del motor
- ▶ Maximizar la continuidad de servicio

Salida Motor

Para cumplir los objetivos planteados, una salida motor debe permitir:

- ▶ Seccionamiento
- ▶ Comando
- ▶ Protección contra cortocircuitos
- ▶ Protección contra sobrecargas permanentes
- ▶ Protecciones específicas

Salida Motor

Una salida a motor se forma combinando varios elementos:

- ▶ Seccionadores
- ▶ Seccionadores portafusibles
- ▶ Fusibles
- ▶ Interruptores
- ▶ Contactores
- ▶ Relés térmicos
- ▶ Guardamotores magnéticos
- ▶ Guardamotores magnetotérmicos

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactores

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Autotransformador

Arranque Suave (Softstart)

Generalidades

- ▶ Realiza la función de comando
- ▶ Es un dispositivo mecánico de conexión controlado remotamente
- ▶ Consta de:
 - ▶ Contactos de potencia ó principales
 - ▶ Contactos secundarios
 - ▶ Bobina
- ▶ Funcionamiento
 - ▶ Con la bobina desenergizada los contactos principales se encuentran abiertos y los contactos secundarios se encuentran en posición “normal”
 - ▶ Con la bobina energizada se cierra el circuito principal y todos los contactos secundarios cambian de posición

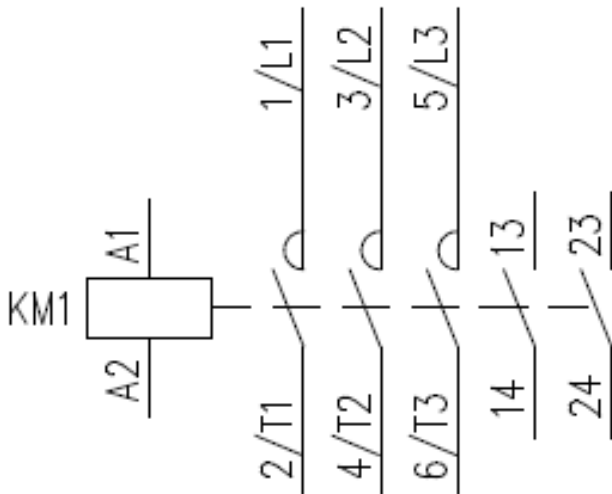
Ventajas

- ▶ Posibilidad de comandar grandes corrientes a través de un dispositivo de baja potencia (bobina)
- ▶ Posibilidad de implementar comandos remotos y automáticos
- ▶ **Elevado número de maniobras**
- ▶ Adecuado para servicio intermitente y continuo
- ▶ Son robustos y confiables

Foto



Simbolo IEC



Despiece

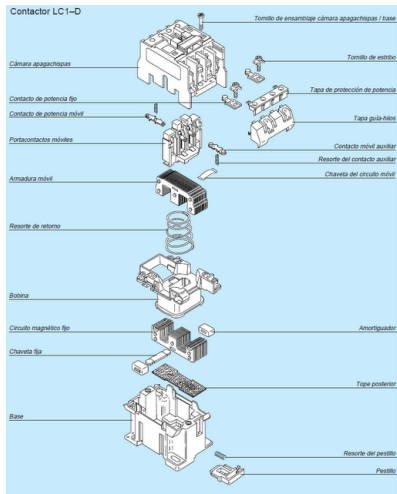
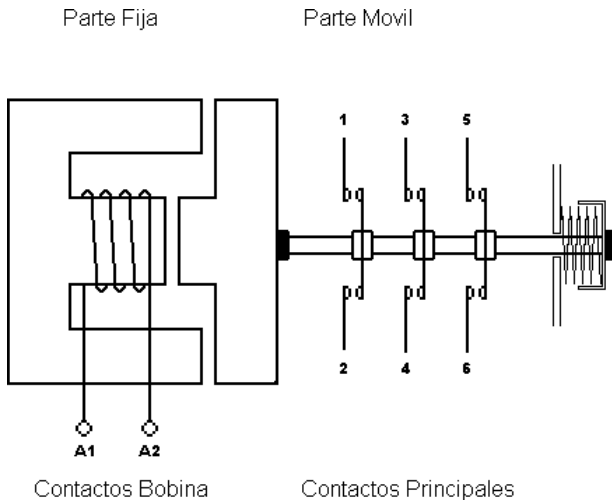


Diagrama conceptual



Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactores

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Autotransformador

Arranque Suave (Softstart)

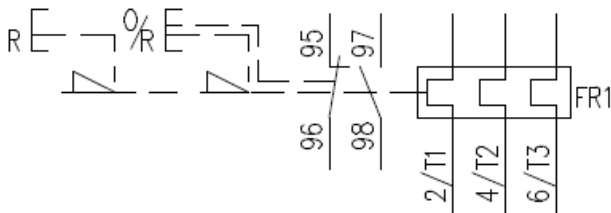
Generalidades

- ▶ Realiza la función de protección contra sobrecarga
- ▶ **Se asocia a un contactor que es el que realiza la apertura del circuito de potencia**
- ▶ Consta de:
 - ▶ Bimetal
 - ▶ Contactos de señalización
 - ▶ Regulación
- ▶ Funcionamiento
 - ▶ Simula mediante un bimetal el calentamiento del bobinado del motor
 - ▶ Cuando la temperatura medida sobrepasa la regulación se invierten los contactos de señalización
 - ▶ La temperatura es medida en forma indirecta a través de la corriente (la regulación es en corriente)

Foto

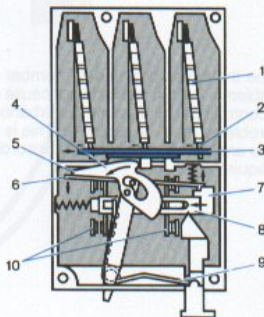


Simbolo IEC



Despiece

Principle of operation on overload



When a high current flows through the heater windings (1), the bimetal elements (2) bend and the differential bars are drawn along in the direction of the arrow. Cam (4) is also drawn and rotates on its shaft. The leading edge of this cam (5) rotates the bimetal compensation (6), the holding stop (7) is released, freeing the moving part which is attracted by a spring (9). Contacts (10) change position. In this drawing the relay is in the "set" position, ready to be tripped.

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactores

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Autotransformador

Arranque Suave (Softstart)

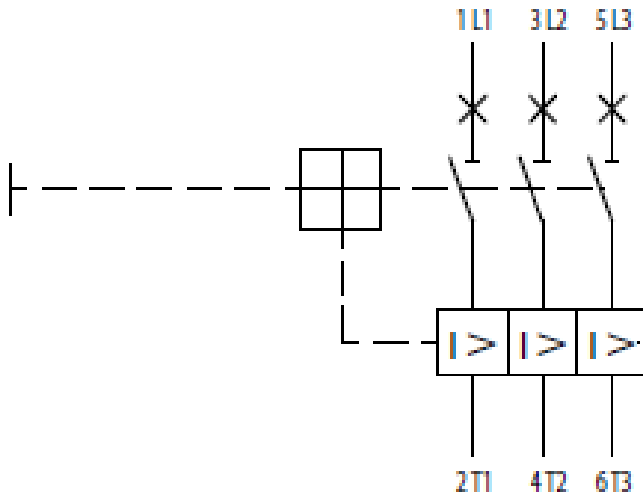
Generalidades

- ▶ Realiza la función de protección contra cortocircuito
- ▶ Adicionalmente cumple la función de seccionamiento
- ▶ Son dispositivos de corte tripolar
- ▶ Presentan elevado poder de corte

Foto



Simbolo IEC



Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactores

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Autotransformador

Arranque Suave (Softstart)

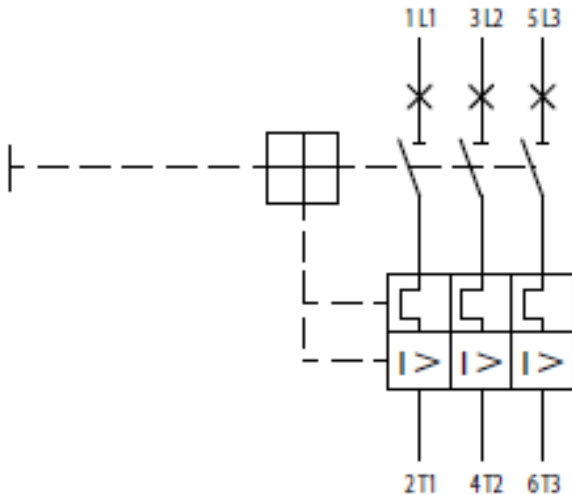
Generalidades

- ▶ Realiza la función de protección contra cortocircuito y sobrecarga
- ▶ Adicionalmente cumple la función de seccionamiento
- ▶ Son dispositivos de corte tripolar
- ▶ Presentan elevado poder de corte
- ▶ Poseen regulación en corriente

Foto



Simbolo IEC



Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Coordinación

Arrancadores

Criterios de selección

- ▶ Se deben cumplir las 4 funciones básicas
- ▶ No superponer funciones en diferentes dispositivos
- ▶ Asociaciones “razonables” son:
 - ▶ Seccionador, fusibles, relé térmico y contactor
 - ▶ Interruptor, relé térmico y contactor
 - ▶ Guardamotor magnetico, relé térmico y contactor
 - ▶ Guardamotor magnetotérmico y contactor

Introducción

Generalidades

Contactores

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactores

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Autotransformador

Arranque Suave (Softstart)

RBT UTE

Capítulo 19:

Motores, Generadores y Convertidores, Transformadores, Reactancias

- ▶ Condiciones de instalación
- ▶ Conductores de alimentación
- ▶ Protección contra sobrecorrientes
- ▶ Protección contra falta de tensión e inversión de Fases
- ▶ Potencia de arranque
- ▶ Dispositivos de arranque
- ▶ Herramientas portátiles

Protección contra sobrecorrientes

- ▶ Los motores de Potencia mayor a 0.75kW necesitan protección
- ▶ Protección en todas las fases
- ▶ Si el motor es trifásico la protección debe prever la operación en 2 fases
- ▶ Si el arranque es estrella/triángulo, debe proteger en ambas configuraciones

Potencia de arranque

- ▶ Los motores tendrán limitada la corriente en el arranque si se producen efectos que perjudiquen la instalación u ocasionen perturbaciones al funcionamiento de otros receptores
- ▶ Se permite el arranque directo de motor(es) hasta una potencia menor al 20 % de la potencia contratada
- ▶ Si se limita la corriente se permite el arranque de motor(es) hasta una potencia menor al 40 % de la potencia contratada

P_n	I_{arr}/I_n
De 0.75 a 4kW	Sin límite
De 4 a 22kW	3.5
Mas de 22kW	3

Protencia de arranque

Se requerirá la aprobación del Centro Técnico de UTE respecto a la utilización de los mismos cuando se trate de:

- ▶ Motores de gran inercia
- ▶ Motores de arranque lento en carga
- ▶ Motores con arranque o aumentos de carga repetida o frecuente
- ▶ Motores para frenado
- ▶ Motores con inversión de marcha
- ▶ Motores con variación de velocidad

Dispositivos de arranque

This page was intentionally left blank

Introducción

Generalidades

Contactores

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactores

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Autotransformador

Arranque Suave (Softstart)

Norma IEC 60947

- ▶ Norma está dividida en varias Partes
- ▶ Cada componente debe cumplir con las Reglas Generales y Norma de Producto correspondiente
 - ▶ 60947-1 Parte 1: Reglas generales
 - ▶ 60947-2 Parte 2: Interruptores automáticos
 - ▶ 60947-3 Parte 3: Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles
 - ▶ 60947-4 Parte 4: Contactores y arrancadores de motor
 - ▶ 60947-5 Parte 5: Aparatos y elementos de conmutación para circuitos de mando
 - ▶ 60947-6 Parte 6: Equipos de funciones múltiples
 - ▶ 60947-7 Parte 7: Equipos accesorios

Introducción

Generalidades

Contactor

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactores

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Autotransformador

Arranque Suave (Softstart)

Categoría de Empleo - IEV 441-17-19

Categoría de Empleo (de un dispositivo de maniobra o fusible)

Combinación de requisitos específicos, relacionados a la condición en la cual el dispositivo de maniobra o fusible cumple su proposito, y seleccionados para representar las características de un grupo aplicaciones prácticas¹

Nota: Los requisitos especificados pueden referirse, por ejemplo, a los valores de poder de cierre (de ser aplicable), poder de apertura y otras características, los circuitos asociados y las condiciones relevantes de uso y funcionamiento²

¹A combination of specified requirements related to the condition in which the switching device or the fuse fulfils its purpose, selected to represent a characteristic group of practical applications

²Note: The specified requirements may concern e.g. the values of making capacities (if applicable), breaking capacities and other characteristics, the associated circuits and the relevant conditions of use and behaviour

Categoría de Empleo - IEC 60947-1

La Categoría de Empleo de un dispositivo define la aplicación destino y está especificada en el estandar de producto asociado; es caracterizada por una o más de las siguientes condiciones de servicio:

- ▶ Corriente(s), expresada(s) como múltiplo(s) de I_e
- ▶ Tensión(es), expresada(s) como múltiplo(s) de U_e
- ▶ Factor de potencia o constantes de tiempo
- ▶ Performance en corto circuito
- ▶ Selectividad
- ▶ Otras condiciones de servicio aplicables

Categorías de Empleo - IEC 60947-4-1

La norma IEC 60947-4-1 distingue las siguientes categorías de empleo de manera “standard”

- ▶ AC-1 Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces
- ▶ AC-2 Slip-ring motors: starting, switching off
- ▶ AC-3 Squirrel-cage motors: starting, switching off motors during running
- ▶ AC-4 Squirrel-cage motors: starting, plugging, inching
- ▶ AC-5a Switching of electric discharge lamp controls
- ▶ AC-5b Switching of incandescent lamps
- ▶ AC-6a Switching of transformers
- ▶ AC-6b Switching of capacitor banks
- ▶ AC-7, AC-8, DC-1, DC-3, DC-5, DC-6.

Categoría de Empleo - IEC 60947-4-1

Depende de:

- ▶ Corriente de establecimiento y corte
- ▶ Tensión
- ▶ Factor de potencia
- ▶ Constantes de tiempo
- ▶ Número de maniobras

Se determina mediante ensayos y un mismo dispositivo tiene diferentes ratings según la Categoría de Empleo.

Categorías de Empleo - IEC 60947-4-1³

Utilization category	Make and break conditions					
	I_c/I_e	U_i/U_e	$\cos \phi$	On-time ²⁾ s	Off-time s	Number of operating cycles
AC-1	1,5	1,05	0,8	0,05	e)	50
AC-2	4,0 ⁸⁾	1,05	0,65 ⁸⁾	0,05	e)	50
AC-3 ⁹⁾	8,0	1,05	1)	0,05	e)	50
AC-4 ⁹⁾	10,0	1,05	1)	0,05	e)	50
AC-5a	3,0	1,05	0,45 ³⁾	0,05	e)	50
AC-5b	1,5 ³⁾	1,05	3)	0,05	60	50
AC-6a	10)					
AC-6b	5)					
AC-7a	1,5	1,05	0,8	0,05	e)	50
AC-7b	8,0	1,05	1)	0,05	e)	50
AC-8a	6,0	1,05	1)	0,05	e)	50
AC-8b	6,0	1,05	1)	0,05	e)	50
			— L/R ms			
DC-1	1,5	1,05	1,0	0,05	e)	50 ⁴⁾
DC-3	4,0	1,05	2,5	0,05	e)	50 ⁴⁾
DC-5	4,0	1,05	15,0	0,05	e)	50 ⁴⁾
DC-6	1,5 ³⁾	1,05	3)	0,05	60	50 ⁴⁾
Utilization category	Make conditions ⁹⁾					
	I/I_e	U/U_e	$\cos \phi$	On-time ²⁾ s	Off-time s	Number of operating cycles
AC-3	10	1,05 ⁷⁾	1)	0,05	10	50
AC-4	12	1,05 ⁷⁾	1)	0,05	10	50

³Tabla 7

Datos Fabricante

Main Pole - Utilization Characteristics according to IEC

Standards	IEC 60947-1 / 60947-4-1 and EN 60947-1 / 60947-4-1
Rated operational voltage U_e max.	690 V
Rated frequency limits	25 ... 400 Hz
Conventional free-air thermal current I_{th}	
acc. to IEC 60947-4-1, open contactors, $\theta \leq 40^\circ\text{C}$	35 A
with conductor cross-sectional area	6 mm ²
AC-1 Utilization category	
for air temperature close to contactor	
I_e / AC-1 rated operational current	$\theta \leq 40^\circ\text{C}$ 25 A
U_e max. $\leq 690\text{ V}$, 50/60 Hz	$\theta \leq 60^\circ\text{C}$ 25 A
	$\theta \leq 70^\circ\text{C}$ 22 A
with conductor cross-sectional area	4 mm ²
AC-3 Utilization category	
for air temperature close to contactor $\theta \leq 60^\circ\text{C}$	
(for 1500 r.p.m., 50 Hz or 1800 r.p.m., 60 Hz, 3-phase motors)	
I_e / AC-3 max. rated operational current	220-230-240 V 9 A
3-phase motors	380-400 V 9 A
	415 V 9 A
	440 V 9 A
	500 V 9.5 A
	690 V 7 A



3-phase motors

Datos Fabricante

AC-3 rated operational power



1500 r.p.m. 50 Hz
1800 r.p.m. 60 Hz
3-phase motors

220-230-240 V 2,2 kW

380-400 V 4 kW

415 V 4 kW

440 V 4 kW

500 V 5,5 kW

690 V 5,5 kW

Rated making capacity AC-3

10 x I_e AC-3 acc. to IEC 60947-4-1

Rated breaking capacity AC-3

8 x I_e AC-3 acc. to IEC 60947-4-1

AC-8a Utilization category

(without thermal overload relay - U_e 400 V - $\theta \leq 40$ °C)

I_e / AC-8a rated operational current

12 A

AC-8a rated operational power

5,5 kW

Short-circuit protection for contactors

without thermal O/L relay - Motor protection excluded

U_e ≤ 500 V AC - gG type fuse

25 A

Rated short-time withstand current I_{cw}

at 40 °C ambient temperature, in free air from a cold state

1 s 300 A

10 s 150 A

30 s 80 A

1 min 60 A

15 min 35 A

Maximum breaking capacity

$\cos \phi = 0,45$

at 440 V 250 A

at 690 V 106 A

Heat dissipation per pole

I_e / AC-1 0,8 W

I_e / AC-3 0,1 W

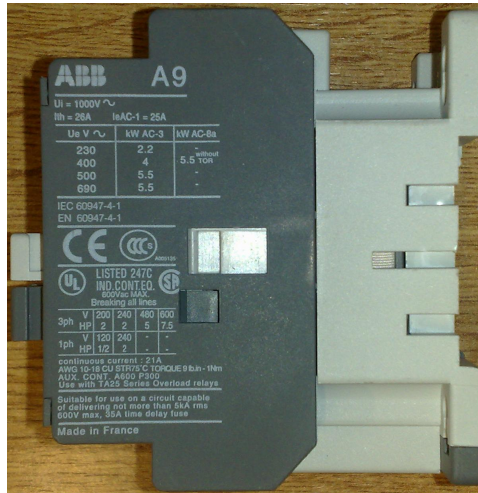
Max. electrical switching frequency

AC-1 600 cycles/h

AC-3 1200 cycles/h

AC-2, AC-4 300 cycles/h

Marcado



Endurancia

- ▶ Ciclo de maniobras (de un aparato mecánico de conexión):
Sucesión de operaciones para llevar el dispositivo de una posición a otra, retornando a la inicial y recorriendo todas las posiciones.
- ▶ Enduracia Mecánica:
Es el número (genealmente expresado en millones) de ciclos de maniobras sin carga ($I = 0$) que un contactor es capaz de realizar antes de requerir mantenimiento o reemplazo de partes.
- ▶ Enduracia Eléctrica:
Es el número (genealmente expresado en millones) de ciclos de maniobras en carga de su correspondiente a su Categoría de Empleo que un contactor es capaz de realizar antes de requerir mantenimiento o reemplazo de partes.

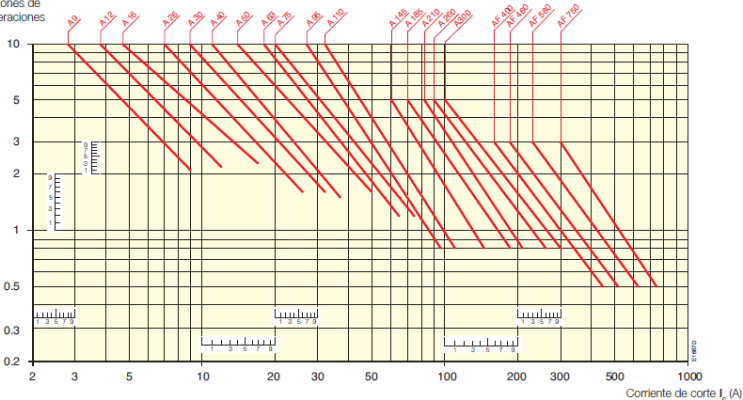
Ensayo Endurancia Eléctrica

Utilization category	Value of the rated operational current	Make			Break		
		I/I_e	U/U_e	$\cos \phi^{1)}$	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \phi^{1)}$
AC-1	All values	1	1	0,95	1	1	0,95
AC-2	All values	2,5	1	0,65	2,5	1	0,65
AC-3	$I_e \leq 17A$	6	1	0,65	1	0,17	0,65
	$I_e > 17A$	6	1	0,35	1	0,17	0,35
AC-4	$I_e \leq 17A$	6	1	0,65	6	1	0,65
	$I_e > 17A$	6	1	0,35	6	1	0,35
		I/I_e	U/U_e	$L/R^{2)})$ ms	I_c/I_e	U_r/U_e	$L/R^{2)})$ ms

Endurancia Eléctrica Fabricante

Endurancia eléctrica para Categoría de empleo **AC-3** - $U_g \leq 440$ V. Temperatura ambiente ≤ 55 °C

Millones de
operaciones



Criterio de selección

Deberíamos por lo menos saber:

- ▶ Tipo de carga a comandar (Categoría de Empleo)
- ▶ Valor de corriente a comandar
- ▶ Tensión y frecuencia de la red
- ▶ Número de ciclos por hora y factor de marcha
- ▶ Durabilidad eléctrica deseada

Introducción

Generalidades

Contactores

Relé Térmico

Guardamotor Magnético

Guardamotor Magneto-Térmico

Asociación de aparatos

Reglamento Baja Tensión - UTE

IEC 60947

En detalle

Contactores

Relé térmico

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Autotransformador

Arranque Suave (Softstart)

Calentamiento

- ▶ La temperatura máxima que el bobinado de un motor es capaz de soportar sin degradarse está definida por la clase de aislación del motor.
- ▶ El tiempo que el bobinado demora en alcanzar la temperatura máxima depende de:
 - ▶ El valor de la corriente (calor a evacuar) ⁴
 - ▶ La carga inicial del motor (temperatura inicial del motor)
 - ▶ La temperatura ambiente (junto con la constante térmica del motor determinan el flujo de calor)

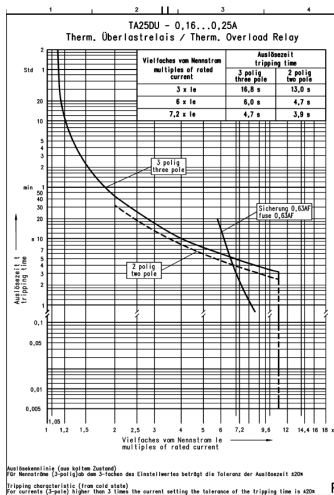
⁴Un motor puede funcionar satisfactoriamente con $I > I_n$ 

Calentamiento

Entonces:

- ▶ Las curvas de los relés se dan para estados iniciales conocidos (Cold State) y temperatura ambiente fija.
- ▶ Existen 2 tipos de relés según la influencia de la temperatura ambiente en el tiempo de apertura
 - ▶ Compensados
 - ▶ No compensados

Curva de disparo de ejemplo



Clases de disparo

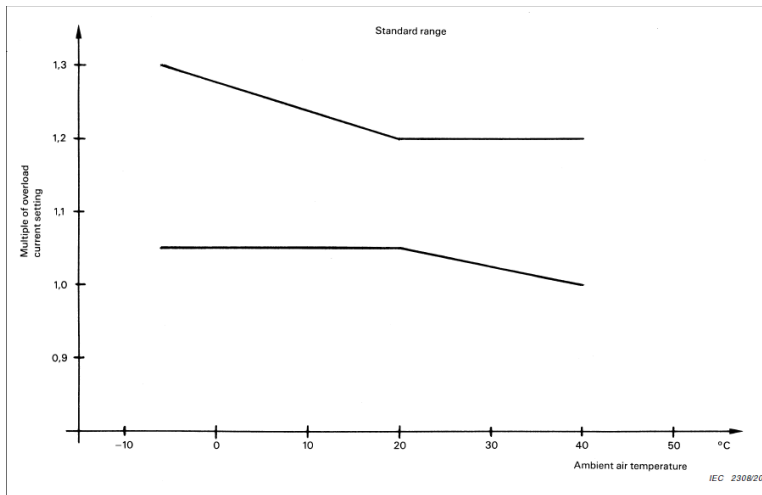
Type of overload relay	Multiples of current setting				Reference ambient air temperature
	A	B	C	D	
– Thermal type not compensated for ambient air temperature variations – Magnetic type	1,0	1,2	1,5	7,2	+40 °C
Thermal type compensated for ambient air temperature variations	1,05	1,2	1,5	7,2	+20 °C

$A > 2h$, $B < 2h$, $C < 2:4:8:12min$, $D < tabla$

Clases de disparo

Trip class	Tripping time T_p under the conditions specified in 8.2.1.5.1, table 3, column D s
10A	$2 < T_p \leq 10$
10	$4 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$
30	$9 < T_p \leq 30$
NOTE 1 Depending on the nature of the relay, the tripping conditions are given in 8.2.1.5. NOTE 2 In the case of a rheostatic rotor starter, the overload relay is commonly inserted in the stator circuit. As a result, it cannot efficiently protect the rotor circuit and more particularly the resistors (generally more easily damageable than the rotor itself or the switching devices in case of a faulty start); protection of the rotor circuit should be the subject of a specific agreement between manufacturer and user (see, inter alia, 8.2.1.1.3). NOTE 3 In the case of a two-step auto-transformer starter, the starting auto-transformer is normally designed for use during the starting period only: as a result, it cannot be efficiently protected by the overload relay in the event of faulty starting. Protection of the auto-transformer should be the subject of specific agreement between manufacturer and user (see 8.2.1.1.4). NOTE 4 The lower limiting values of T_p are selected to allow for differing heater characteristics and manufacturing tolerances.	

Compensados



Criterio de selección

- ▶ Corriente nominal del motor
- ▶ Clase de disparo deseada (en función del tiempo de arranque del motor)

Introducción

En detalle

Coordinacion

Arrancadores

Coordinación

Una salida a motor está conformada generalmente por más de un aparato.

Entonces debe existir una “coordinación” entre ellos para que, tanto en funcionamiento normal como en anomalía, la salida a motor esté protegida.

O sea, la salida además de proteger el motor y el cable de alimentación, debe protegerse a si misma.

Esto es particularmente importante en cortocircuito.

Clases de Coordinación

Según la norma existen 3 tipos de coordinación entre protecciones contra corto-circuito y arrancadores.

- ▶ Tipo “1” (IEC 60947-4-1)

El arrancador no debe causar daños a las personas o instalaciones, y puede necesitar reparación y recambio de partes para quedar nuevamente operativo

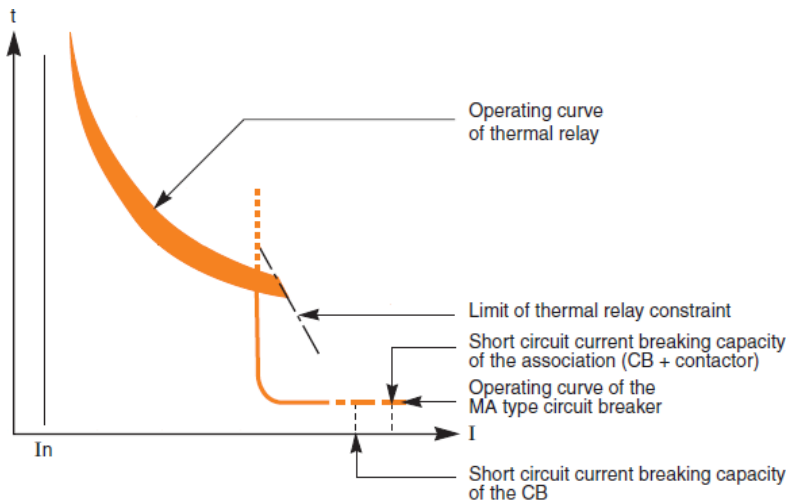
- ▶ Tipo “2” (IEC 60947-4-1)

El arrancador no debe causar daños a las personas o instalaciones y debe quedar operativo. Solamente pueden soldarse los contactos los que se separarán (no se recambian)

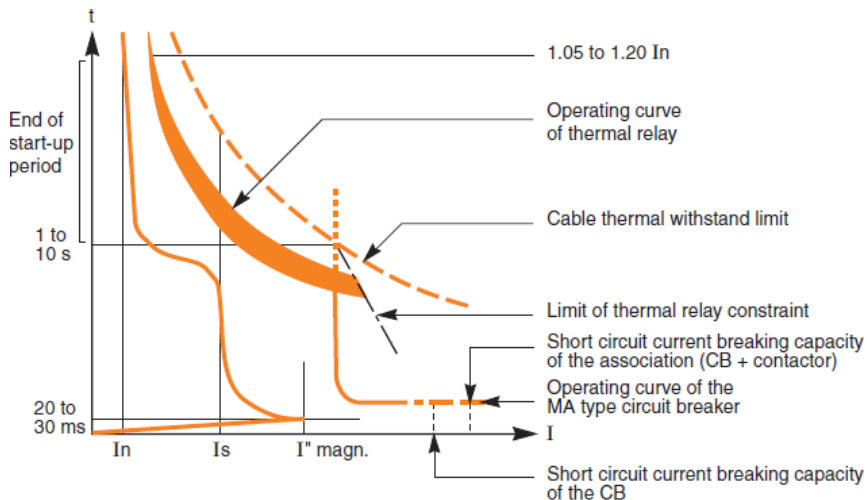
- ▶ Tipo “3” (IEC 60947-6-2)

No se permiten daños, impidiendo incluso la soldadura de los contactos.

Coordinación Interruptor-Contactor-Relé Térmico



Coordinación Arrancador-Cable-Motor



Tablas de Coordinación

DOL @ 400/415 V - 36 kA - Type 2 - Normal starting

Motor		MCCB		Contactor	Thermal release		Group
Rated power Pe [kW]	Rated current Ie [A]	Type	Setting of the magnetic release [A]	Type	Type	Current setting min max [A] [A]	I max [A]
18.5	36	T2N160 MA 52	469	A50	TA75DU52	36 52	50
22	42	T2N160 MA 52	547	A50	TA75DU52	36 52	50
30	56	T2N160 MA 80	840	A63	TA75DU80	60 80	65

Star-delta - Type 2 @ 400/415 V - 36 kA - 50/60 Hz

Motor		MCCB		Contactor			Thermal release	
Pe [kW]	Ie [A]	type	Im [A]	line type	delta type	star type	type	[A]
18.5	36	T2N160 MA52	469	A50	A50	A26	TA75DU25	18-25
22	42	T2N160 MA52	547	A50	A50	A26	TA75DU32	22-32
30	56	T2N160 MA80	720	A63	A63	A30	TA75DU42	29-42

Introducción

En detalle

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Autotransformador

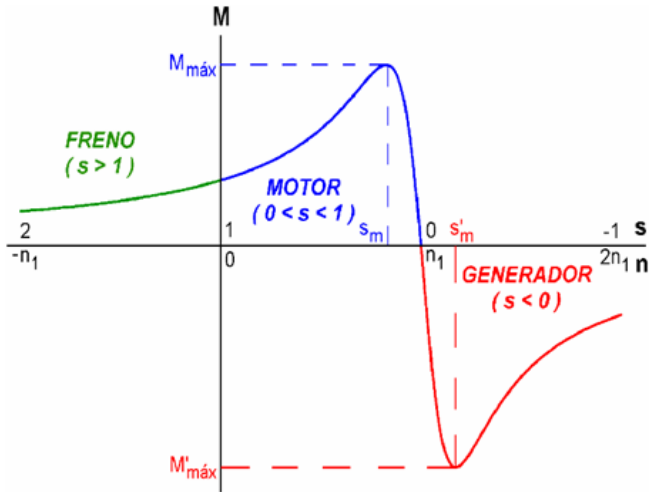
Arranque Suave (Softstart)

Variador de frecuencia

Tipos

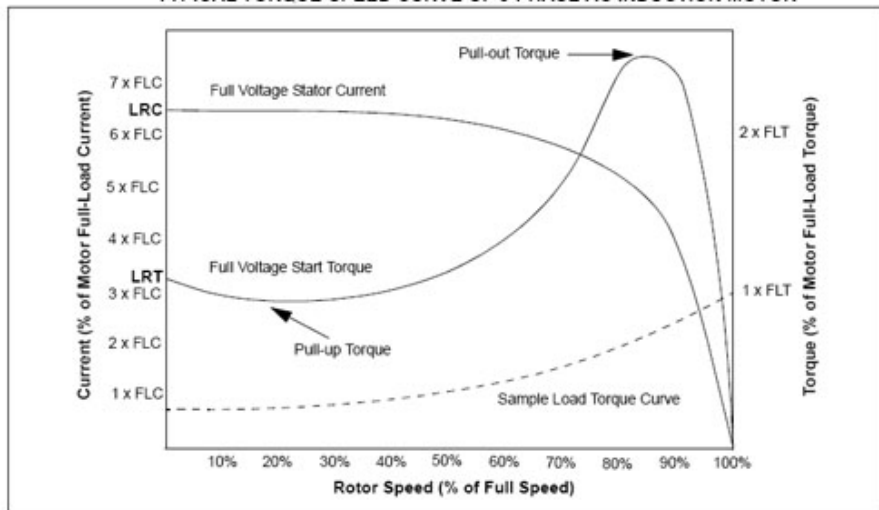
- ▶ Electromecánicos IEC 60947-4-1
 - ▶ Arranque directo (DOL Direct-on-line)
 - ▶ Arranque a tensión reducida
 - ▶ Arranque estrella-triángulo
 - ▶ Autotransformador
 - ▶ Resistencia reostática en rotor
- ▶ Semiconductor IEC 60947-4-2

Curva par/velocidad

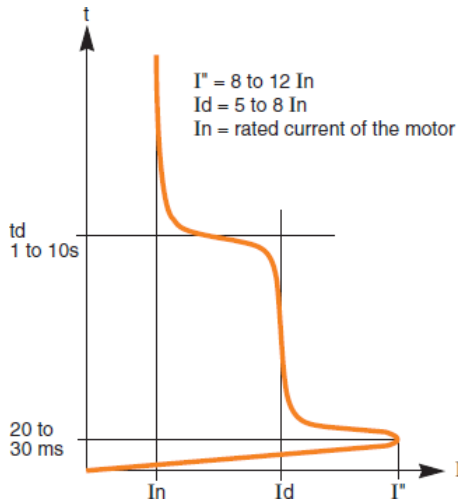


Punto de funcionamiento

TYPICAL TORQUE-SPEED CURVE OF 3-PHASE AC INDUCTION MOTOR



Dinámica de la corriente de Arranque



Introducción

En detalle

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Autotransformador

Arranque Suave (Softstart)

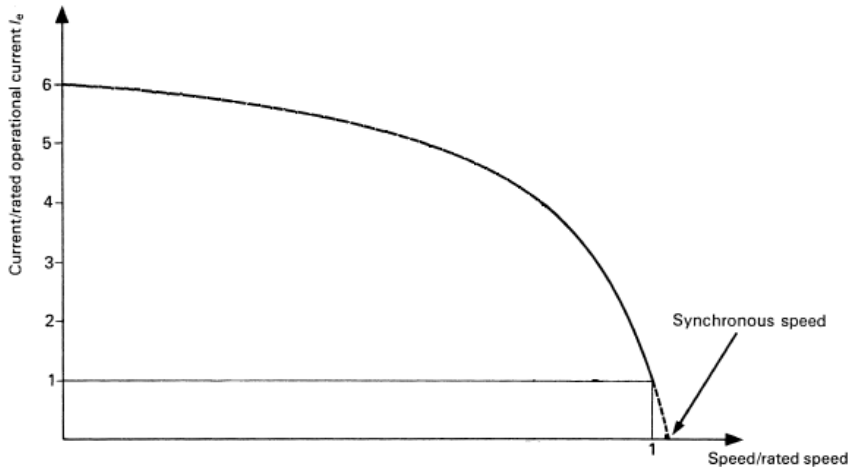
Variador de frecuencia

Arranque directo

- ▶ El par de arranque no se reduce
- ▶ Existe sobrecorriente importante en el arranque -> limitaciones reglamentarias
 - ▶ Capítulo 19 RBT de UTE
 - ▶ Permite el arranque directo de motores o grupos hasta el 20 % de la potencia contratada
 - ▶ Permite el arranque directo de motores o grupos hasta el 40 % de la potencia contratada si:

Motores de Corriente Continua		Motores de Corriente Alterna	
Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga.	Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y la de plena carga.
De 0,75 a 1,5 kW	2,5	De 0,75 a 4 kW	directo
De 1,5 a 5 kW	2	De 4 a 22 kW	3,5
De más de 5 kW	1,5	De más de 22 kW	3

Corriente arranque Directo



Par arranque Directo

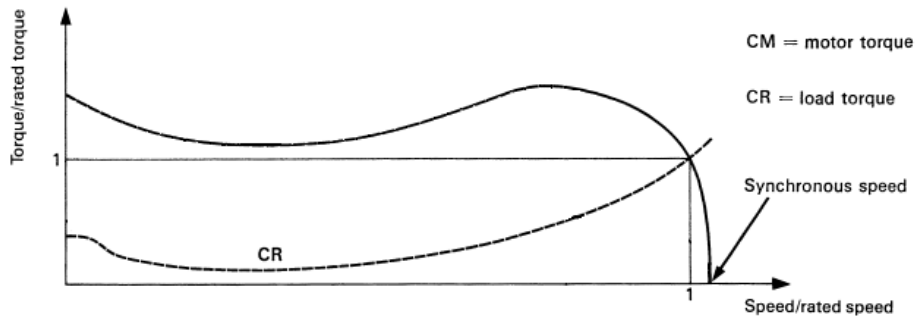


Diagrama potencia arranque directo

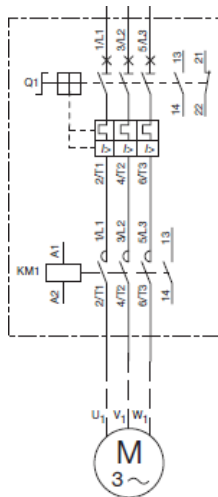
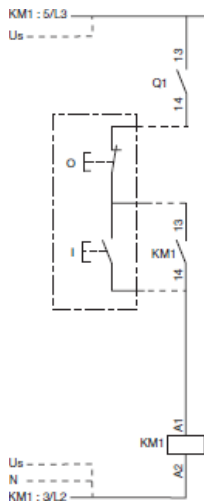


Diagrama mando arranque directo



Introducción

En detalle

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Autotransformador

Arranque Suave (Softstart)

Variador de frecuencia

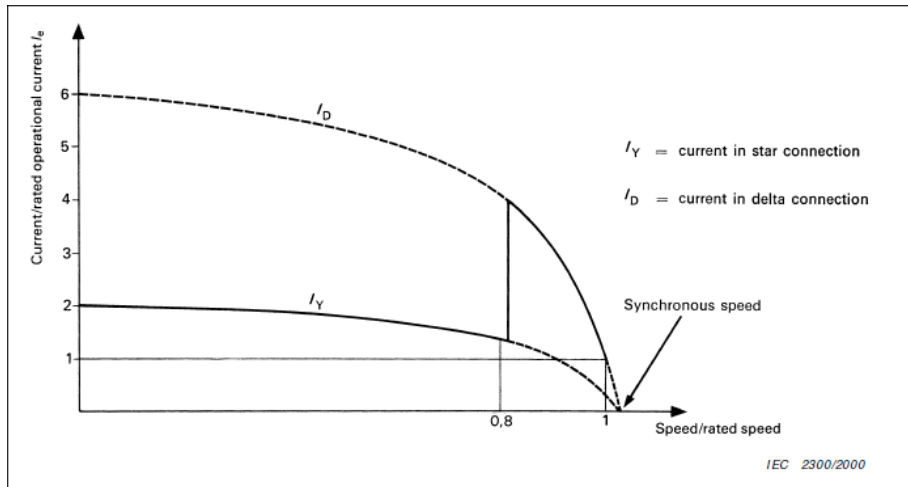
Arranque Estrella-triángulo

Al inicio del arranque el motor es conectado en estrella, después de alcanzar aproximadamente el 80 % de la velocidad nominal el motor es conectado en triángulo

Categoría de empleo AC-3.

- ▶ Se necesitan los 6 bornes del bobinado del estator
- ▶ La corriente inicial se reduce al 33 % de la corriente DOL
- ▶ El par inicial se reduce también

Corriente arranque Estrella-triángulo



Par arranque Estrella-triángulo

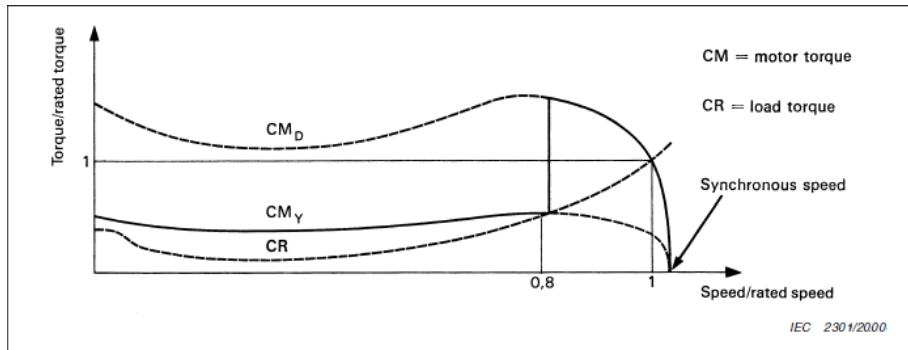


Diagrama potencia arranque Estrella-triángulo

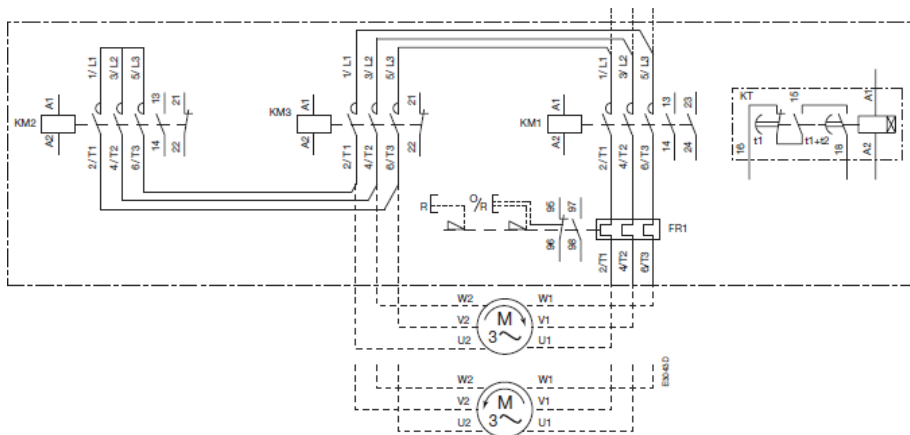
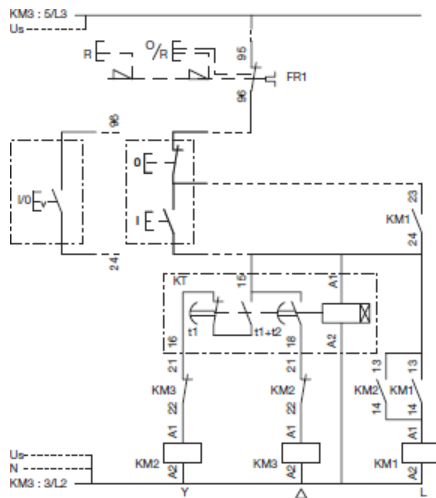


Diagrama mando arranque Estrella-triángulo



Introducción

En detalle

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Autotransformador

Arranque Suave (Softstart)

Variador de frecuencia

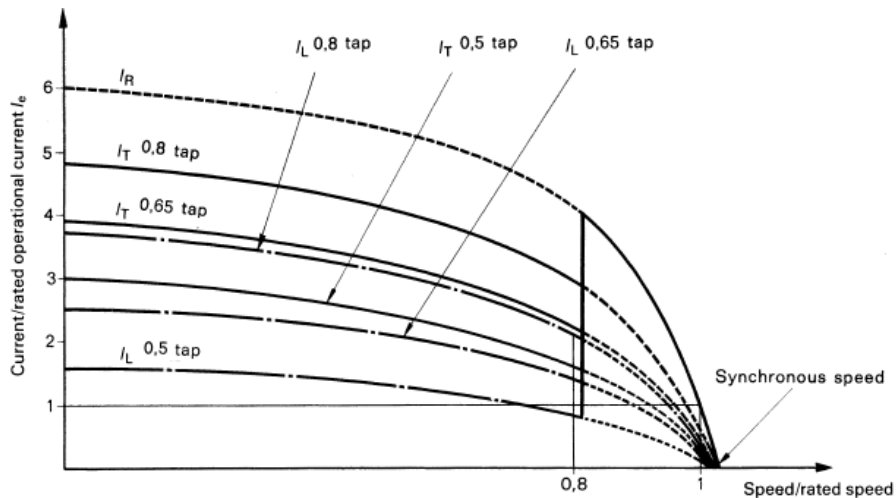
Arranque Autotransformador de 2 pasos

En el arranque el motor se alimenta a tensión reducida por medio de un auto transformador, el que se pone fuera de servicio luego de finalizado el arranque.

Categoría de empleo AC-3.

- ▶ La corriente inicial se reduce al cuadrado de la reducción de tensión
- ▶ El par inicial se reduce también
- ▶ Las tomas normalizadas son para 50 %, 65 % y 80 % de la tensión nominal
- ▶ No se presentan cortes en la alimentación durante el arranque

Corriente arranque Autotransformador



Par arranque Autotransformador

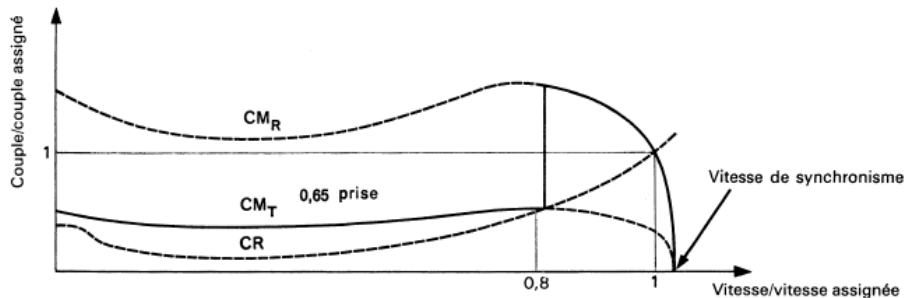


Diagrama potencia arranque Autotransformador

SERIES
CLOSED TRANSITION

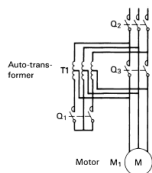


Diagram A₁

PARALLEL OPEN
OR CLOSED TRANSITION

Three-coil transformer

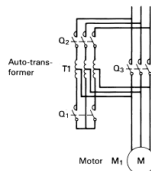


Diagram B₁

PARALLEL
OPEN TRANSITION

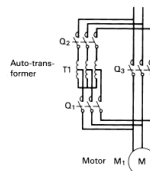


Diagram C₁

Two-coil transformer

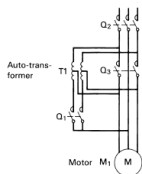


Diagram A₂

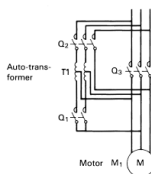


Diagram B₂

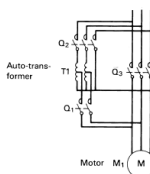


Diagram C₂

Introducción

En detalle

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Autotransformador

Arranque Suave (Softstart)

Variador de frecuencia

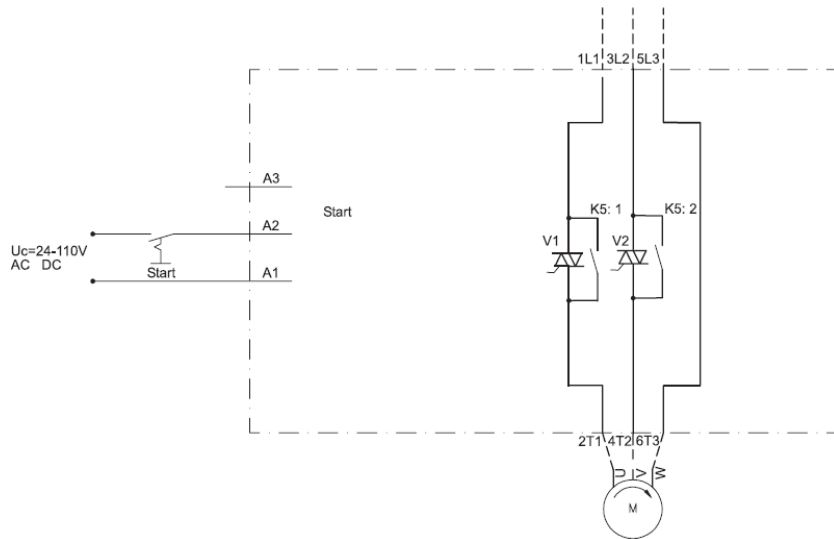
Arranque Suave (Softstart)

El arranque se realiza a tensión reducida. Un circuito electrónico aplica una rampa de tensión en bornes del motor

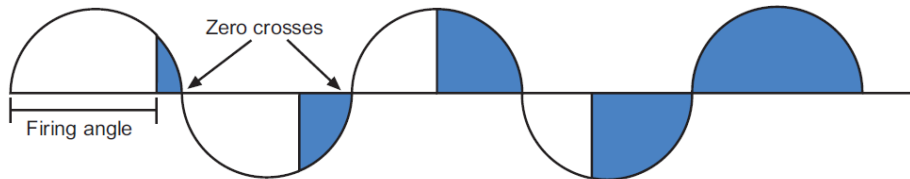
Categoría de empleo AC-53.

- ▶ Se puede regular la tensión inicial y duración de la rampa de arranque
- ▶ La corriente y para inicial se reducen
- ▶ Inyectan armónicos a la instalación durante el arranque

Diagrama eléctrico interno



Forma de onda de salida

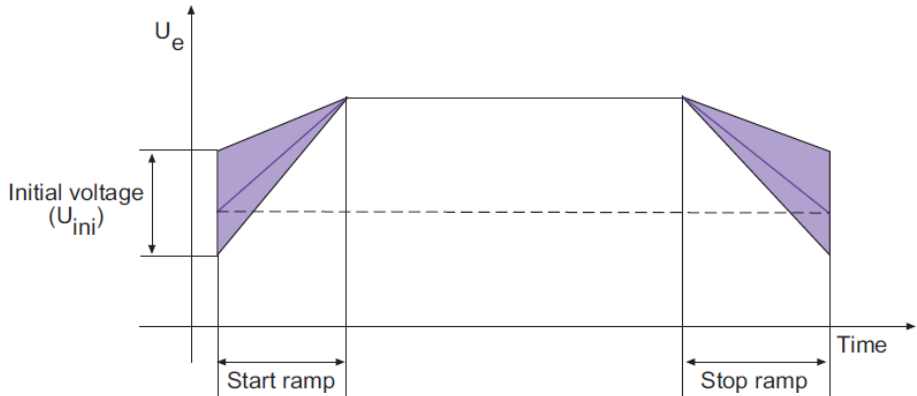


Off : Thyristor is non-conducting

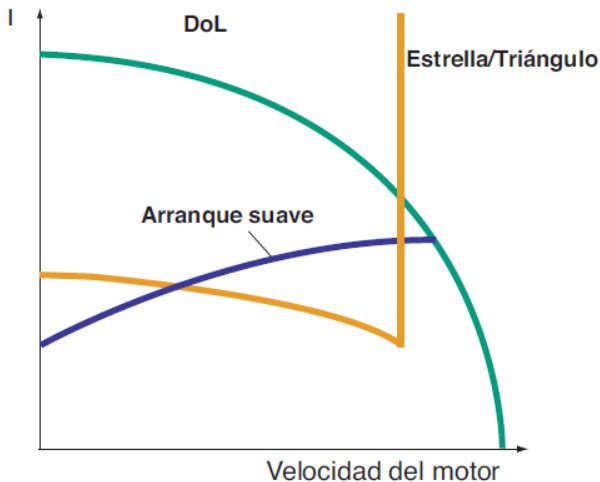


On : Thyristor is conducting

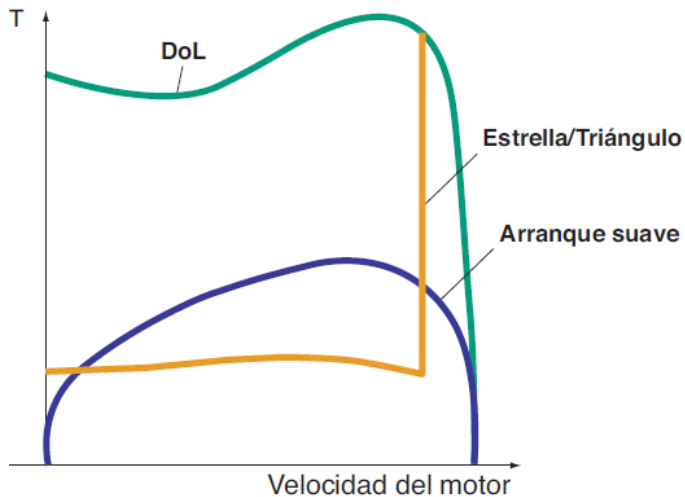
Forma tensión RMS de salida



Corriente arranque suave



Par arranque suave



Introducción

En detalle

Coordinación

Arrancadores

Generalidades

Arranque Directo (D.O.L.)

Arranque Estrella/Triángulo

Arranque Autotransformador

Arranque Suave (Softstart)

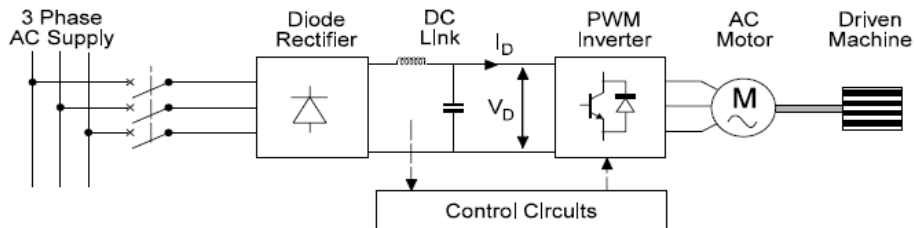
Variador de frecuencia

Arranque por Variador de Velocidad

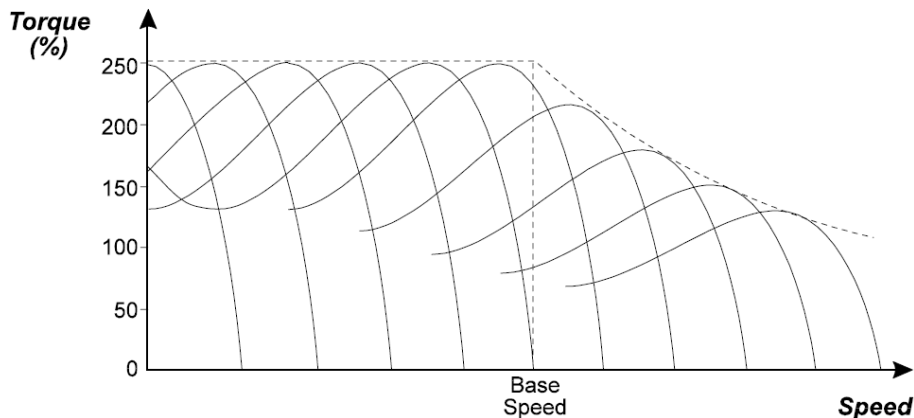
Si bien la prioridad del empleo de un VFD para alimentar un motor no es el arranque, este dispositivo lo realiza.

- ▶ La corriente de arranque se puede limitar a valores cercanos al nominal sin reducción del par
- ▶ Inyectan armónicos a la instalación todo el tiempo

Diagrama eléctrico interno



Curva par/velocidad en función de la frecuencia



Zona operación

